

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-94194

(P2004-94194A)

(43) 公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl.⁷G02F 1/1339
B05D 1/26

F1

G02F 1/1339 500
B05D 1/26 Z

テーマコード(参考)

2H089
4D075

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-114362 (P2003-114362)
 (22) 出願日 平成15年4月18日(2003.4.18)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-201248 (P2002-201248)
 (32) 優先日 平成14年7月10日(2002.7.10)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅彦
 (74) 代理人 100107076
 弁理士 藤網 英吉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (72) 発明者 百瀬 洋一
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 Fターム(参考) 2H089 LA16 NA07 NA12

最終頁に続く

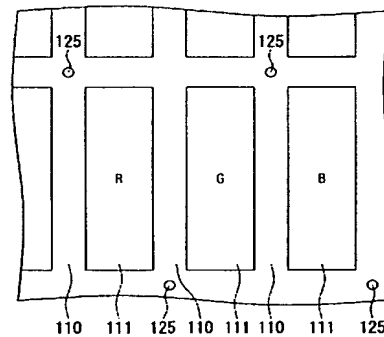
(54) 【発明の名称】 スペーサー配設方法、電気光学装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 一層正確に所定位置にスペーサーを配設することが可能なスペーサーの配設方法と、そのスペーサー配設方法を用いた電気光学装置の製造方法とを提供する。

【解決手段】 本発明のスペーサー配設方法は、液滴吐出装置を用いて電気光学装置用基板上の所定位置にスペーサー125を配設する方法であって、液滴吐出装置により電気光学装置用基板上に液滴を吐出する工程を含み、該液滴として、沸点が150℃～250℃で、粘度が10mPa・s～40mPa・sの溶媒にスペーサーを懸濁させたものを用いたことを特徴とする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液滴吐出装置を用いて電気光学装置用基板上の所定位置にスパーサーを配設する方法であって、前記液滴吐出装置により前記電気光学装置用基板上に液滴を吐出する工程を含み、該液滴は、沸点が $150^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ で、粘度が $10\text{ mPa} \cdot \text{s} \sim 40\text{ mPa} \cdot \text{s}$ の溶媒にスパーサーを懸濁させたものであることを特徴とするスパーサー配設方法。

【請求項 2】

液滴吐出装置を用いて電気光学装置用基板上の所定位置にスパーサーを配設する方法であって、前記液滴吐出装置により前記電気光学装置用基板上に液滴を吐出する工程を含み、該液滴は、沸点が $180^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ で、粘度が $20\text{ mPa} \cdot \text{s} \sim 35\text{ mPa} \cdot \text{s}$ の溶媒にスパーサーを懸濁させたものであることを特徴とするスパーサー配設方法。

【請求項 3】

前記液滴を滴下した後、前記電気光学装置用基板を $60^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ に加熱し、前記溶媒を蒸発させる工程を含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のスパーサー配設方法。

【請求項 4】

前記液滴を吐出する工程において、前記液滴を前記電気光学装置用基板の非画素領域にのみ滴下することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のスパーサー配設方法。

【請求項 5】

前記溶媒として、非含水溶媒を用いることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のスパーサー配設方法。

【請求項 6】

前記溶媒として、1-ノナノール、3, 5, 5-トリメチル-1-ヘキサノール、1-デカノール、1-ドデカノール、1, 2-エタンジオール、2-ブテン-1, 4-ジオール、2-メチル-2, 4-ペンタジオール、フェノール、2-ピロリドン、2-フェノキシエタノール、2, 2'-ジヒドロキシジエチルエーテル、2-(2-メトキシエトキシ)エタノールから選択される 1 の溶媒、若しくは選択される 2 以上の溶媒を混合したものをを用いることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のスパーサー配設方法。

【請求項 7】

一对の基板間に電気光学物質を挟持してなる電気光学装置の製造方法であって、前記基板の少なくとも一方に、請求項 1 ないし 6 のいずれかの方法によりスパーサーを配設する工程を含むことを特徴とする電気光学装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はスパーサーの配設方法及び電気光学装置の製造方法に係り、特に、所定の位置にスパーサーを配設する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

液晶装置として、下側基板と上側基板とがそれぞれの基板の周縁部においてシール材を介して所定間隔で貼着され、これら一对の基板間に液晶層が封入された構成のものがある。このような液晶装置においては、各基板間に、これら基板間隔を基板面内で均一にするべく球状のスパーサーが多数配設されている。このようなスパーサーを基板上に配設する方法として、インクジェット装置を用いた方法が知られている。この場合、インクジェット用の溶媒が必要となるが、そのような溶媒として、例えば特許文献 1 には水とイソプロピルアルコールの混合液を用いた例が開示されている。

【0003】

【特許文献 1】

特開 2002-72218 号公報

【0004】

10

20

30

40

【発明が解決しようとする課題】

一般的に、インクジェット装置を用いてスプレーと溶媒の混合液を基板表面に吐出し、スプレーを基板の所定位置に配設する場合、インクジェットノズルから吐出された溶媒とスプレーの混合液は球状に近い状態で基板に向かって滴下していき、基板到達時には1つの液滴として基板表面に広がるのが理想的である。しかしながら、上記のような特許文献1に開示されたような溶媒、特に水を中心とする溶媒によると、粘度が低いため、インクジェットノズルからスプレーと溶媒の混合液を安定して吐出する事ができない場合がある。

【0005】

具体的には、インクジェットノズルから吐出された液滴は、粘度が低いため必ずしも1つの液滴としてまとまらず、複数の液滴に別れて基板表面に滴下していく場合があり、仮に1つの液滴として基板表面に到達しても、基板到達と同時に複数の液滴に別れ飛散する場合もある。このような場合、目的の位置にスプレーを配設することが困難となつてスプレー配設位置にバラツキが生じ、ひいては液晶装置にセル厚ムラが生じ表示不良を生じる惧れもある。

【0006】

また、滴下した後、溶媒を蒸発させることにより、所定位置にスプレーが配設されることとなるが、この場合も溶媒の沸点が低いと蒸発スピードが速くなり過ぎ、最終的にスプレーの配設される場所にバラツキが生じてしまう場合がある。さらに極端な場合には、基板表面で溶媒が沸騰し、スプレーが基板上で飛び散る等の不具合も生じる場合がある。

【0007】

本発明は上記の問題点に鑑みてなされたもので、一層正確に所定位置にスプレーを配設することが可能なスプレーの配設方法と、そのスプレー配設方法を用いた電気光学装置の製造方法とを提供することを目的とする。

【0008】**【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するために、本発明のスプレー配設方法は、液滴吐出装置を用いて電気光学装置用基板上の所定位置にスプレーを配設する方法であつて、前記液滴吐出装置により前記電気光学装置用基板上に液滴を吐出する工程を含み、該液滴は、沸点が150℃～250℃で、粘度が10mPa・s～40mPa・sの溶媒にスプレーを懸濁させたものであることを特徴とする。

【0009】

このような液滴吐出装置を用いたスプレー配設方法によると、スプレーを懸濁させる溶媒の沸点を150℃～250℃としたため、液滴の滴下後、溶媒の蒸発速度が速過ぎず、上述したようなスプレーの配設位置にバラツキが生じ難くなるとともに、滴下途上の基板表面で溶媒が蒸発する等の不具合も生じ難く、スプレーを所定位置に正確に配設することが可能となる。また、溶媒の粘度を10mPa・s～40mPa・sとしたため、1つの液滴が、滴下途上において複数に別れることなく、まとまった球状の状態で滴下され、また基板到達と同時に複数に飛散する不具合も生じ難くなり、スプレーの定点配置を確実に実現することが可能となる。

【0010】

なお、溶媒の沸点を150℃未満とすると、溶媒の蒸発速度が速くなり過ぎて、スプレーの配設位置にバラツキが生じる場合がある。一方、溶媒の沸点が250℃を超えるものとする、溶媒を蒸発させるための加熱温度又は加熱時間をいたずらに増やすこととなり、電気光学装置用基板において変形等の不具合が生じる場合があり、特に電気光学物質を配向させるための配向膜を付与したものにあっては該配向膜において配向乱れが生じる場合がある。なお、溶媒の沸点が180℃未満の場合に、極稀ではあるが液滴が1点に集まらないことがあるため、溶媒の沸点としては好ましくは180℃～250℃とするのが良い。

10

20

30

40

50

【0011】

また、溶媒の粘度を10 mPa・s未満とすると、液滴が滴下途上において複数に分散したり、基板との衝突により複数に飛散する等の不具合が生じる場合がある。一方、溶媒の粘度が40 mPa・sを超えるものとする、液滴吐出装置の吐出口から液滴を安定して吐出することが困難となる場合があり、吐出口先端に液滴が溜まってしまう等の不具合が生じる場合もある。なお、溶媒の粘度が20 mPa・s未満の場合には、液滴が基板に到達した後、極稀ではあるが基板上で複数に飛散する場合があり、また溶媒の粘度が35 mPa・sを超えると、極稀ではあるが液滴が吐出できない場合があるため、溶媒の粘度としては好ましくは20 mPa・s～35 mPa・sとするのが良い。

【0012】

本発明のスぺーサー配設方法においては、液滴を滴下した後、電気光学装置用基板を60℃～150℃に加熱し、溶媒を蒸発させるものとすることができる。溶媒として沸点が150℃～250℃のものをを用いたため、加熱温度を60℃～150℃に設定すると、蒸発速度を適当な速さにすることができ、スぺーサーの配設位置にバラツキが生じることを防止ないし抑制することができる。加熱温度を60℃よりも低くすると、加熱時間が長くなりすぎる場合があり、加熱時間を150℃よりも高くすると、特に電気光学物質を配向させるための配向膜を付与したものにあっては該配向膜において配向乱れが生じる場合がある。なお、蒸発工程における基板加熱温度は、好ましくは90℃～140℃とするのが良い。

【0013】

また、液滴を吐出する工程において、該液滴を電気光学装置用基板の非画素領域にのみ滴下するものとすることもできる。本発明のスぺーサー配設方法は、液滴吐出装置を用いているため任意の位置にスぺーサーを配設することが可能であるが、特に電気光学装置においては画素間の非画素領域（ブラックマトリクス）にスぺーサーを配設することが好ましく、この場合、例えばスぺーサー周りに生じ得る液晶配向不良の表示に対する影響を小さくすることができる。

【0014】

本発明に用いる溶媒としては、非含水溶媒を用いることができる。水を含むと粘度低下を招く上、沸点が約100℃ということもあって、スぺーサーの配設位置にバラツキを生じる場合がある。具体的に本発明に用いることが可能な溶媒として、1-ノナノール、3, 5, 5-トリメチル-1-ヘキサノール、1-デカノール、1-ドデカノール、1, 2-エタンジオール、2-ブテン-1, 4-ジオール、2-メチル-2, 4-ペンタジオール、フェノール、2-ピロリドン、2-フェノキシエタノール、2, 2'-ジヒドロキシジエチルエーテル、2-(2-メトキシエトキシ)エタノールから選択される1の溶媒、若しくは選択される2以上の溶媒を混合したものを例示することができる。

【0015】

次に、本発明の電気光学装置の製造方法は、一对の基板間に電気光学物質を挟持してなる電気光学装置の製造方法であって、一对の基板のうちの少なくとも一方に、上記記載のスぺーサー配設方法によりスぺーサーを配設する工程を含むことを特徴とする。このような方法により、電気光学装置においてスぺーサーを所定位置に配設することが可能となり、特にスぺーサーを面内で均一に配設することが可能となるため、基板間隔が面内で不均一となるような不具合発生を防止ないし抑制することができ、それに伴う表示不良も生じ難くなる。

【0016】

なお、本発明に用いることが可能な液滴吐出装置としては、例えば入力される駆動波形に応じて伸縮可能な振動子と、該振動子により液滴を吐出する吐出部とが設けられた液滴吐出ヘッドを備え、該液滴吐出ヘッドを吐出対象物に対して相対的に移動させつつ、前記駆動波形により吐出部を駆動して液滴を吐出させる液滴吐出装置、具体的にはインクジェット装置を例示することができる。

【0017】

10

20

30

40

50

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しつつ説明する。

本実施形態では、インクジェット装置を用いることにより、吐出される液滴の吐出位置及び吐出回数を任意に設定可能とし、電気光学装置用基板上の所定位置に所定量のスペーサー分散溶液を吐出可能としている。電気光学装置用基板上にスペーサー分散溶液を吐出した後、スペーサー分散溶液の溶媒を自然蒸発あるいは加熱蒸発させることにより、電気光学装置用基板上の所定位置に所定個数のスペーサーを配設させている。

【0018】

図1及び図2は、本実施形態で用いたインクジェット装置におけるインクジェットノズル300の斜視図及び断面図である。インクジェットノズル300は、図1に示すように、例えばステンレス製のノズルプレート310と振動板320とを備え、両者は仕切部材（リザーバプレート）330を介して接合されている。ノズルプレート310と振動板320との間には、仕切部材330によって複数の空間340と液溜まり350とが形成されている。各空間340と液溜まり350の内部はスペーサー分散溶液が満たされており、各空間340と液溜まり350とは供給口360を介して連通している。さらに、ノズルプレート310には、空間340からスペーサー分散溶液を噴射するためのノズル孔370が設けられている。一方、振動板320には液溜まり350にスペーサー分散溶液を供給するための孔380が形成されている。

10

【0019】

また、図2に示すように、振動板320の空間340に対向する面と反対側の面上には圧電素子390が接合されている。この圧電素子390は一对の電極400の間に位置し、通電すると圧電素子390が外側に突出するように撓曲し、同時に圧電素子390が接合されている振動板320も一体となって外側に撓曲する。これによって空間340の容積が増大する。したがって、空間340内に増大した容積分に相当するスペーサー分散溶液が液溜まり350から供給口360を介して流入する。次に、圧電素子390への通電を解除すると、圧電素子390と振動板320はともに元の形状に戻る。これにより、空間340も元の容積に戻るため、空間340内部のスペーサー分散溶液の圧力が上昇し、ノズル孔370から電気光学装置用基板に向けてスペーサー分散溶液の液滴410が吐出される。

20

【0020】

このようなインクジェットノズル300を備えるインクジェット装置によれば、スペーサー分散溶液の滴下位置を制御することができ、本実施形態では電気光学装置用基板の非画素領域のみにスペーサー分散溶液を滴下するものとしている。スペーサー分散溶液を電気光学装置用基板上に滴下した後、該基板を加熱して溶媒を蒸発させ、スペーサーを基板の所定位置に配設することを可能としている。

30

【0021】

本実施形態の場合、上記スペーサー分散溶液の溶媒として、沸点が150℃～250℃で、粘度が10～40mPa・sのものを用いており、具体的には、非水系の溶媒、例えば1-ドデカノール、1, 2-エタンジオール、2-ブテン-1, 4-ジオール、2-メチル-2, 4-ペンタジオール、フェノール、2-ピロリドン、2-フェノキシエタノール、2, 2'-ジヒドロキシジエチルエーテル、2-(2-メトキシエトキシ)エタノール、若しくはこれらの混合溶媒を用いている。

40

【0022】

これら溶媒の蒸発は常温では進み難く、例えば60℃～150℃程度加熱することで、基板に対して過剰の熱を加えることなく、適当な蒸発速度で蒸発を行うことが可能となる。また、比較的高い粘度を備えるため、ノズル孔370から吐出される液滴410が、滴下途上で複数に分散されることなく1つの球状液滴のまま滴下されることとなり、さらに基板上に着弾した際にも、複数に飛散することも殆どなく、所定の位置に1の液滴を確実に滴下することが可能となる。

【0023】

50

以上のようなインクジェット装置を用いたスパーサー配設方法は、種々の電気光学装置用のスパーサー配設方法として適用可能であるが、本実施の形態では液晶表示装置用のスパーサーを配設する際に適用した。以下、本発明に係るスパーサー配設方法を適用した液晶表示装置の構成について説明する。

【0024】

図3は、上記スパーサー配設方法を適用した方法にて製造される液晶表示装置の一実施形態を示す断面模式図で、図4はスパーサーの配設位置を示す平面模式図である。なお、本実施形態においては、各図において各層や各部材を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部材毎に縮尺を異ならしめてある。

【0025】

液晶表示装置200は、対向して配置された上基板101と下基板102との間にはスパーサー125（図4参照）を介して液晶層104が挟持されてなり、該液晶層104をシール材105で封止した液晶パネル100と、この液晶パネル100の背面側（図示下側）に配設されたバックライト（照明装置）130とを備えて構成されている。液晶パネル100の上基板101の内面側（液晶層104側）には、カラーフィルタ層111と、カラーフィルタ層111の各色間に形成された遮光膜110と、これらカラーフィルタ層111及び遮光膜110を覆う平坦化膜112と、共通電極113と、配向膜115とが形成されており、上基板101の外面側（図示上面側）には偏光層119が形成されている。

【0026】

一方、液晶パネル100の下基板102の内面側（液晶層104側）には、基板面内においてマトリクス状に配列された画素電極120と、その画素電極120の上層に形成された配向膜116とが設けられ、また、下基板102の外面側には偏光層129が設けられている。

【0027】

液晶表示装置200においては、上基板101と下基板102との間には上述した通りスパーサー125が設けられているが、図4に示すように、各色のカラーフィルタ層111の間に形成された遮光膜110の形成領域に対応してスパーサー125が位置決めされている。言い換えると、各画素電極120の境界領域、すなわち非画素領域にのみスパーサー125が配設されている。したがって、スパーサー125に基づく表示への不具合発生（例えばスパーサー周りの光抜け等）は殆どないものとなる。なお、液晶表示装置200を製造する際には、一对の基板のうちの一方について電極及び配向膜等を予め形成しておき、その上に上記インクジェット装置を用いてスパーサー分散溶液を滴下し、溶媒を蒸発させた後に、他方の基板との間に液晶を挟持させつつ各基板を封止するものとしている。

【0028】

（実施例）

以下、本発明の実施例について説明する。

〔第1実施例〕

図1及び図2に示したインクジェットノズル300を備えたインクジェット装置を用いて、スパーサーの配設を行った。

本実施例においてはノズル径を20 μ mとし、1回の液滴の吐出量を約20pリットルとするとともに、当該ノズル300と基板（下側基板102）との間の距離を800 μ mとして、表1に示す各溶剤にスパーサーを分散させて吐出したときの、当該ノズル300からの吐出状態、液滴の基板到達後の形状等を調査した。ポリプロピレングリコールは粘度と吐出状態の関係を調査する為に平均分子量を振ったサンプルを用い、スパーサーの配置状態の確認は行っていない。また、吐出後、基板を150℃で3分乾燥を行い、溶剤蒸発後のスパーサーの配置状態について調査した。なお、基板は図3に示した下基板102に係るもので、電極及び配向膜（膜厚500Å）を形成したものであり、用いたスパーサーは球径3.75 μ mの樹脂製の球状スパーサーである。

【0029】

10

20

30

40

50

【表 1】

溶剤名	粘度 (mPa・s)	沸点 (℃)	液滴 吐出性	スプレーの 配置状態
1-ブタノール	2.95	117.7	×	×
2-メチル-1-ペンタノール	6.6	148	×	×
2-ヘプタノール	6.53	160.4	×	△
3-ヘプタノール	7.1	156.2	×	△
1-オクタノール	8.93	195	×	○
3,5,5-トリメチル-1-ヘキサノール	11.06	194	△	○
1-ドデカノール	18.84	259	△	×
1,2-プロパンジオール	56	187.3	○	○
2-ブテン-1,4-ジオール	21.8	235	○	○
フェノール	11.04	181.75	△	○
2-ヒドロキシ	13.3	245	△	○
2-フェニルエタノール	30.5	244.7	○	○
2,2'-ジヒドロキシエチレン	30	244.8	○	○
2-(2-メチルエトキシ)エタノール	34.8	194.1	○	○
ポリプロピレングリコール(分子量400)	35.2	—	○	—
ポリプロピレングリコール(分子量550)	45	—	△	—
ポリプロピレングリコール(分子量750)	54.2	—	×	—

10

20

【0030】

表1において、液滴吐出性×は、基板に着弾した後に液滴が飛散する、若しくは液滴が十分に吐出できないもの、また該液滴吐出性△は、基板着弾後、極稀に液滴が飛散したもの、さらに該液滴吐出性○は、基板着弾後の飛散が発生せず安定して吐出ができたものである。一方、スプレーの配置状態×は、スプレーを目的位置に集めることができなかったもの、配置状態△は、極稀にスプレーが目的位置に集まらなかったもの、配置状態○は、スプレーを目的の1点に集めることができたものを意味している。

30

【0031】

表1に示すように、粘度が10mPa・s未満の1-ヘプタノール、2-メチル-1-ペンタノール、2-ヘプタノール、3-ヘプタノール、1-オクタノールを溶剤として用いた場合、液滴が基板に到達した後に液滴が飛散し、それに伴いスプレーも基板上で飛散して、結果的にスプレーを所定位置に散布できなかった。また、特に粘度の低い1-ヘプタノール、2-メチル-1-ペンタノール、2-ヘプタノールを用いた場合には、滴下途中において液滴が分散して所定位置に滴下できない場合もあった。なお、粘度が10mPa・s以上であっても、20mPa・s未満の溶媒を用いた場合には、基板着弾後、極稀に液滴が飛散する場合があった。

40

【0032】

また、粘度が40mPa・sを超える1,2-プロパンジオール、ポリプロピレングリコール(平均分子量550,750)を溶剤として用いた場合、液滴がノズルより安定して吐出できず、ノズル先端に溜まってしまう場合があった。なお、粘度が40mPa・s以下のものであっても、35mPa・sを超える溶媒を用いた場合には、極稀に液滴が安定して吐出されない場合があった。

【0033】

一方、沸点が150℃未満の2-メチル-1-ペンタノールを溶剤として用いた場合、溶剤の蒸発速度が速く、全てのスプレーを所定の位置に集めることができなかった。これ

50

は、基板を加熱することにより、溶剤は徐々に蒸発し最終的には1点に集まり蒸発して無くなるが、1つの液滴の中にスパーサーが複数存在すると、基板表面の液滴が小さくなるに従い、スパーサーも液滴の中に含まれた状態で集まってくるものの、溶剤の蒸発速度が速過ぎるために、各スパーサーが1点に集まることができなかつたためと考えられる。なお、溶媒の沸点が150以上であっても、180℃未満の場合には、極稀にスパーサーが1点に集まらない場合があった。

【0034】

また、沸点が250℃を超える1-ドデカノールでは、蒸発速度が遅くなり過ぎ、本実施例の過熱条件では十分に溶剤を蒸発させることができなかった。なお、加熱を余剰に行ったところ溶剤を蒸発させることができたが、基板への加熱の影響、特に配向膜の配向性悪化が生じる場合があった。

10

【0035】

以上の結果から、スパーサーの配設工程においてインクジェット装置を用いる場合、インクジェット用の溶剤としては、粘度が10 mPa・s～40 mPa・sで、沸点が150℃～250℃の場合に、配向膜を含む基板に対してダメージを与えずに、安定した液滴の吐出、並びにスパーサーの定点配置が可能となることが分かり、更に好ましくは、粘度が20 mPa・s～35 mPa・sで、沸点が180℃～250℃の溶媒を用いれば、液滴吐出性を一層安定化することができるとともに、スパーサーの配置の確実性を一層高めることができることが分かった。

【0036】

20

【第2実施例】

図1及び図2に示したインクジェットノズル300を備えたインクジェット装置を用いて、スパーサーの配設を行った。

本実施例においてはノズル径を20 μmとし、1回の液滴の吐出量を約20 pリットルとするとともに、当該ノズル300と基板（下側基板102）との間の距離を800 μmとして、表1に示す各溶剤にスパーサーを分散させて吐出したときの、当該ノズル300からの吐出状態、液滴の基板到達後の形状等を調査した。ポリプロピレングリコールは粘度と吐出状態の関係を調査する為に平均分子量を振ったサンプルを用い、スパーサーの配置状態の確認は行っていない。また、吐出後、基板を60℃で3分乾燥を行い、溶剤蒸発後のスパーサーの配置状態について調査した。なお、基板は図3に示した下基板102に係るもので、電極及び配向膜（膜厚500 Å）を形成したものであり、用いたスパーサーは球径6.0 μmの樹脂製の球状スパーサーである。

30

【0037】

【表2】

溶剤名	粘度 (mPa・s)	沸点 (℃)	液滴 吐出性	スプレーの 配置状態
1-ブタノール	2.95	117.7	×	×
2-メチル-1-ペンタノール	6.6	148	×	×
2-ヘプタノール	6.53	160.4	×	△
3-ヘプタノール	7.1	156.2	×	△
1-オクタノール	8.93	195	×	○
3,5,5-トリメチル-1-ヘキサノール	11.06	194	△	○
1-ドデカノール	18.84	259	△	×
1,2-プロパンジオール	56	187.3	○	○
2-ブテン-1,4-ジオール	21.8	235	○	○
フェノール	11.04	181.75	△	○
2-ヒドロキシ	13.3	245	△	○
2-フェノキシエタノール	30.5	244.7	○	○
2,2'-ジヒドロキシジエチル	30	244.8	○	○
2-(2-メチルエトキシ)エタノール	34.8	194.1	○	○
ポリプロピレングリコール(分子量400)	35.2	—	○	—
ポリプロピレングリコール(分子量550)	45	—	△	—
ポリプロピレングリコール(分子量750)	54.2	—	×	—

【0038】

なお、表2において、液滴吐出性及びスプレーの配置状態に関する結果(×、△、○)は、表1と同じ内容を意味するものである。

【0039】

表2に示すように、粘度が10 mPa・s未満の1-ブタノール、2-メチル-1-ペンタノール、2-ヘプタノール、3-ヘプタノール、1-オクタノールを溶剤として用いた場合、液滴が基板に到達した後に液滴が飛散し、それに伴いスプレーも基板上で飛散して、結果的にスプレーを所定位置に散布できなかった。また、特に粘度の低い1-ブタノール、2-メチル-1-ペンタノール、2-ヘプタノールを用いた場合には、滴下途中において液滴が分散して所定位置に滴下できない場合もあった。なお、粘度が10 mPa・s以上であっても、20 mPa・s未満の溶媒を用いた場合には、基板着弾後、極稀に液滴が飛散する場合があった。

【0040】

また、粘度が40 mPa・sを超える1,2-プロパンジオール、ポリプロピレングリコール(平均分子量550, 750)を溶剤として用いた場合、液滴がノズルより安定して吐出できず、ノズル先端に溜まってしまう場合があった。なお、粘度が40 mPa・s以下のものであっても、35 mPa・sを超える溶媒を用いた場合には、極稀に液滴が安定して吐出されない場合があった。

【0041】

一方、沸点が150℃未満の2-メチル-1-ペンタノールを溶剤として用いた場合であっても、加熱温度が60℃と低い場合複数のスプレーを1点に集めることが可能となったが、この場合、粘度が低い場合液滴の飛散等が生じ、スプレーを所定位置に配置させることができない場合があった。なお、沸点が118℃の1-ブタノールを用いた場合は、加熱温度が60℃と低い場合にも拘らず、蒸発速度が速過ぎてスプレーを1点に集めることができなかった。また、溶媒の沸点が150℃以上であっても、180℃未満の場合には、極稀にスプレーが1点に集まらない場合があった。

【0042】

また、沸点が250℃を超える1-ドデカノールでは、蒸発速度が遅くなり過ぎ、本実施例の過熱条件では十分に溶剤を蒸発させることができなかった。なお、加熱を余剰に行ったところ溶剤を蒸発させることができたが、基板への加熱の影響、特に配向膜の配向性悪化が生じる場合があった。

【0043】

以上の結果から、スパーサーの配設工程においてインクジェット装置を用いる場合、インクジェット用の溶剤としては、粘度が10 mPa・s～40 mPa・sで、沸点が150℃～250℃の場合に、配向膜を含む基板に対してダメージを与えずに、安定した液滴の吐出、並びにスパーサーの定点配置が可能となることが分かり、更に好ましくは、粘度が20 mPa・s～35 mPa・sで、沸点が180℃～250℃の溶媒を用いれば、液滴吐出性を一層安定化することができるとともに、スパーサーの配置の確実性を一層高めることができることが分かった。

10

【0044】

[第3実施例]

図1及び図2に示したインクジェットノズル300を備えたインクジェット装置を用いて、スパーサーの配設を行った。

本実施例においてはノズル径を12 μmとし、1回の液滴の吐出量を約4 pリットルとするとともに、当該ノズル300と基板（下側基板102）との間の距離を800 μmとして、表1に示す各溶剤にスパーサーを分散させて吐出したときの、当該ノズル300からの吐出状態、液滴の基板到達後の形状等を調査した。また、吐出後、基板を150℃で3分乾燥を行い、溶剤蒸発後のスパーサーの配置状態について調査した。ポリプロピレングリコールは粘度と吐出状態の関係を調査する為に平均分子量を振ったサンプルを用い、スパーサーの配置状態の確認は行っていない。なお、基板は図3に示した下基板102に係るもので、電極及び配向膜（膜厚500 Å）を形成したものであり、用いたスパーサーは球径3.75 μmの樹脂製の球状スパーサーである。

20

【0045】

【表3】

溶剤名	粘度 (mPa・s)	沸点 (℃)	液滴 吐出性	スプレーの 配置状態
1-ブタノール	2.95	117.7	×	×
2-メチル-1-ペンタノール	6.6	148	×	×
2-ヘプタノール	6.53	160.4	×	△
3-ヘプタノール	7.1	156.2	×	△
1-オクタノール	8.93	195	△	○
3,5,5-トリメチル-1-ヘキサノール	11.06	194	△	○
1-ドデカノール	18.84	259	△	×
1,2-プロパンジオール	56	187.3	○	○
2-ブテノール-1,4-ジオール	21.8	235	○	○
フェノール	11.04	181.75	△	○
2-ヒドロキシ	13.3	245	△	○
2-フェノキシエタノール	30.5	244.7	○	○
2,2'-ジヒドロキシエチレングリコール	30	244.8	○	○
2-(2-メトキシエトキシ)エタノール	34.8	194.1	○	○
ポリプロピレングリコール(分子量400)	35.2	—	○	—
ポリプロピレングリコール(分子量550)	45	—	△	—
ポリプロピレングリコール(分子量750)	54.2	—	×	—

【0046】

表3において、液滴吐出性及びスプレーの配置状態に関する結果(×、△、○)は、表1と同じ内容を意味するものである。

【0047】

表3に示すように、粘度が10mPa・s未満の1-ブタノール、2-メチル-1-ペンタノール、2-ヘプタノール、3-ヘプタノール、1-オクタノールを溶剤として用いた場合、液滴が基板に到達した後に液滴が飛散し、それに伴いスプレーも基板上で飛散して、結果的にスプレーを所定位置に散布できなかった。また、特に粘度の低い1-ブタノール、2-メチル-1-ペンタノール、2-ヘプタノールを用いた場合には、滴下途上において液滴が分散して所定位置に滴下できない場合もあった。なお、粘度が10mPa・s以上であっても、20mPa・s未満の溶媒を用いた場合には、基板着弾後、極稀に液滴が飛散する場合があった。

【0048】

また、粘度が40mPa・sを超える1,2-プロパンジオール、ポリプロピレングリコール(平均分子量550,750)を溶剤として用いた場合、液滴がノズルより安定して吐出できず、ノズル先端に溜まってしまう場合があった。なお、粘度が40mPa・s以下のものであっても、35mPa・sを超える溶媒を用いた場合には、極稀に液滴が安定して吐出されない場合があった。

【0049】

一方、沸点が150℃未満の2-メチル-1-ペンタノールを溶剤として用いた場合、溶剤の蒸発速度が速く、全てのスプレーを所定の位置に集めることができなかった。また、沸点が250℃を超える1-ドデカノールでは、蒸発速度が遅くなり過ぎ、本実施例の過熱条件では十分に溶剤を蒸発させることができなかった。なお、加熱を余剰に行ったところ溶剤を蒸発させることができたが、基板への加熱の影響、特に配向膜の配向性悪化が生じる場合があった。また、溶媒の沸点が150以上であっても、180℃未満の場合には、極稀にスプレーが1点に集まらない場合があった。

【0050】

以上の結果から、スプレーの配設工程においてインクジェット装置を用いる場合、ノズル径及び吐出量に拘らず、インクジェット用の溶剤としては粘度が $10\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 40\text{ mPa}\cdot\text{s}$ で、沸点が $150^\circ\text{C}\sim 250^\circ\text{C}$ のものをを用いることが好ましく、配向膜を含む基板に対してダメージを与えずに、安定した液滴の吐出、並びにスプレーの定点配置が可能となることが分かり、更に好ましくは、粘度が $20\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 35\text{ mPa}\cdot\text{s}$ で、沸点が $180^\circ\text{C}\sim 250^\circ\text{C}$ の溶媒を用いれば、液滴吐出性を一層安定化することができる。なお、スプレーの配置の確実性を一層高めることができることが分かった。また、ノズルと基板との距離は、 $800\mu\text{m}$ である必要はなく、 $500\mu\text{m}\sim 2\text{mm}$ の間であれば良い。また、使用するスプレーの径は特に限定されるものではないが、ノズル径の $1/4\sim 1/3$ 程度であることが好ましい。

10

【0051】

〔第4実施例〕

第1実施例と同様の条件で、インクジェットノズル300を備えるインクジェット装置により、溶剤として表4に示すように2, 2'-ジヒドロキシジエチルエーテル（粘度 $30.0\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、沸点 245°C ）、3, 5, 5-トリメチル-1-ヘキサノール（粘度 $11.1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、沸点 194°C ）を用いたスプレー分散溶液を基板上に滴下した。その後、表4に示す各加熱温度で3分間加熱を行った後のスプレーの配置状態、ならびに基板上の配向膜の配向状態について解析した。

【0052】

20

【表4】

溶剤名	加熱温度	50℃	60℃	150℃	160℃
2, 2'-ジヒドロキシジエチルエーテル (粘度 $30.0\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、沸点 245°C)	配置状態	○	○	○	○
	配向状態	○	○	○	×
3, 5, 5-トリメチル-1-ヘキサノール (粘度 $11.1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、沸点 194°C)	配置状態	×	○	○	○
	配向状態	○	○	○	×

30

【0053】

基板の加熱温度を 60°C 、 150°C とした場合、スプレーを所定位置に配設することが可能となり、また基板上の配向膜において配向不良が生じることもなかった。一方、基板の加熱温度を 50°C とした場合には、溶剤の蒸発速度が遅過ぎて、粘度が $11.1\text{ mPa}\cdot\text{s}$ の3, 5, 5-トリメチル-1-ヘキサノールを用いた場合には、 50°C の加熱により更に粘度が低下し、溶剤が蒸発する以上に溶剤が基板上に広がり、隣接する滴下液と接触してしまいスプレーの配置位置にズレが生じる場合があった。また、基板の加熱温度を 160°C とした場合には、配向膜の配向に乱れが生じる場合があった。以上のことから、スプレー分散溶液滴下後の基板加熱温度は、 $60\sim 150^\circ\text{C}$ 程度が好ましいことが分かる。

40

【0054】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、スプレーを電気光学装置用基板に配設する方法において液滴吐出装置を用い、スプレーを分散させるための溶媒として沸点が $150^\circ\text{C}\sim 250^\circ\text{C}$ で、粘度が $10\text{ mPa}\cdot\text{s}\sim 40\text{ mPa}\cdot\text{s}$ のものをを用いたため、スプレーを所定位置に正確に配設することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、インクジェットノズルの一例を示す概略斜視図である。

【図2】図2は、図1のインクジェットノズルについての概略断面図である。

【図3】図3は、本発明に係るスプレー配設方法を適用した方法にて製造される液晶表

50

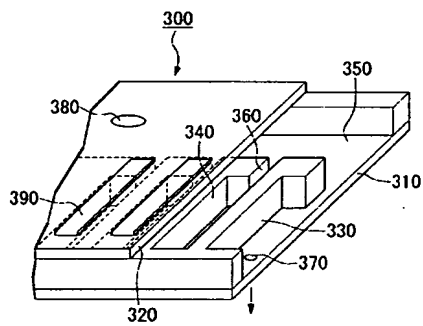
示装置の一実施形態を示す断面模式図である。

【図 4】 図 4 は、図 3 の液晶表示装置においてスペーサーの配設位置を示す平面模式図である。

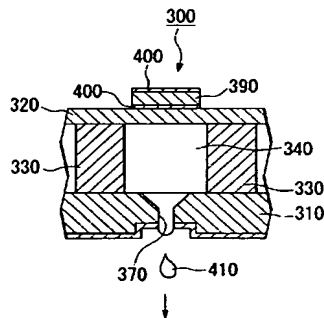
【符号の説明】

- 1 1 0 遮光膜（非画素領域、非表示領域）
- 1 1 1 カラーフィルタ層
- 1 2 5 スペーサー
- 2 0 0 液晶表示装置
- 3 0 0 インクジェットノズル
- 3 7 0 ノズル孔
- 4 1 0 液滴

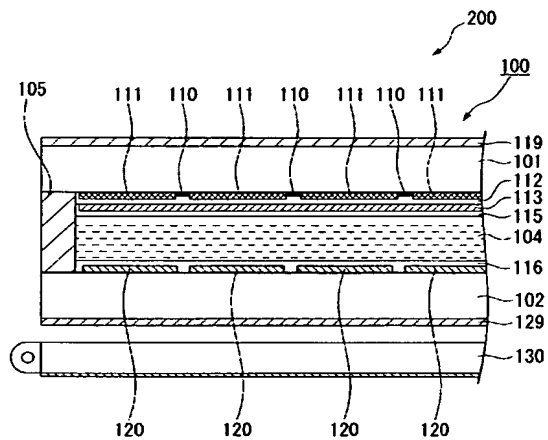
【図 1】



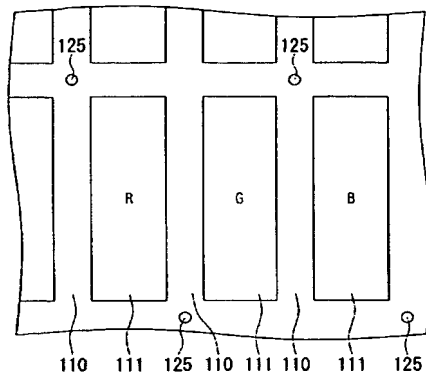
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4D075 AC06 AC09 AC88 AC93 AC96 BB24Z BB93Z CA47 DA06 DB13
DC19 DC21 DC24 EA10 EC07 EC24 EC30 EC52

THIS PAGE BLANK (USPTO)



US 20040069364A1

(19) **United States**(12) **Patent Application Publication**
Momose(10) **Pub. No.: US 2004/0069364 A1**(43) **Pub. Date: Apr. 15, 2004**(54) **METHOD OF DISPOSING SPACER AND
METHOD OF MANUFACTURING
ELECTRO-OPTIC DEVICE****Publication Classification**(51) **Int. Cl.⁷ B65B 1/04**(52) **U.S. Cl. 141/1**(75) **Inventor: Yoichi Momose, Matsumoto-shi (JP)**

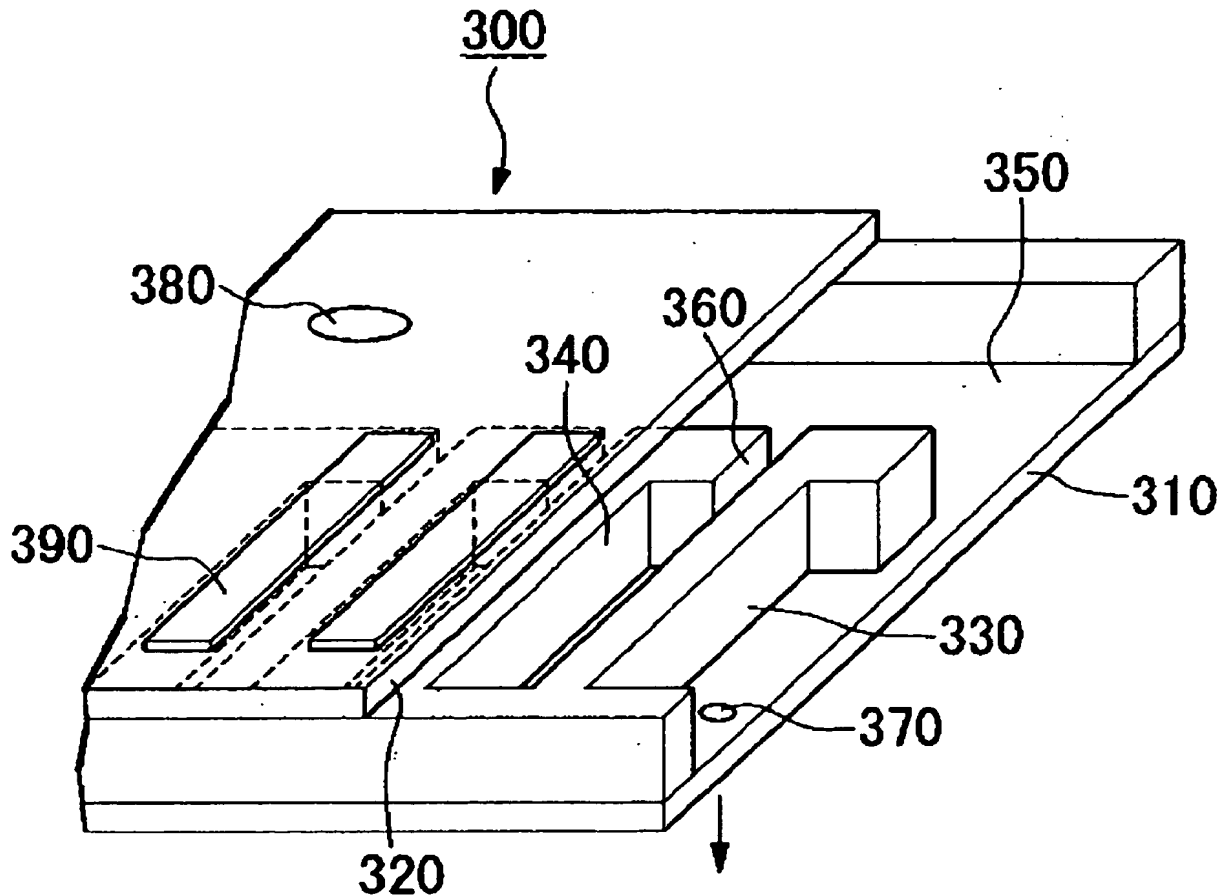
Correspondence Address:
OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. BOX 19928
ALEXANDRIA, VA 22320 (US)

(57) **ABSTRACT**(73) **Assignee: Seiko Epson Corporation, Tokyo (JP)**(21) **Appl. No.: 10/609,590**(22) **Filed: Jul. 1, 2003**(30) **Foreign Application Priority Data**

Jul. 10, 2002 (JP) 2002-201248

Apr. 18, 2003 (JP) 2003-114361

The invention provides a method of disposing spacers which allows spacers to be disposed in a predetermined location more accurately, and a method of manufacturing an electro-optic device, in which the method of disposing spacers is used. A method of disposing spacers in a predetermined location on a substrate for an electro-optic device using a droplet discharge unit, includes discharging droplets onto the substrate for an electro-optic device using the droplet discharge unit. The droplets are formed from a solvent having a boiling point of 150 to 250 ° C. and a viscosity of 10 to 40 mPa·s with the spacers suspended therein.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1

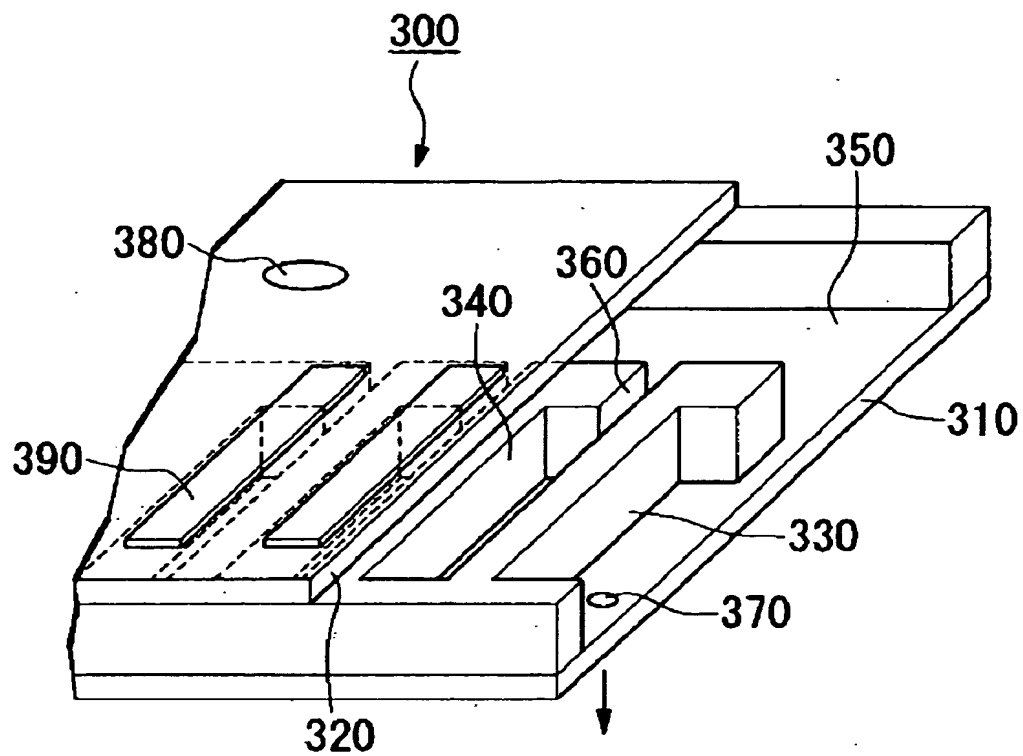
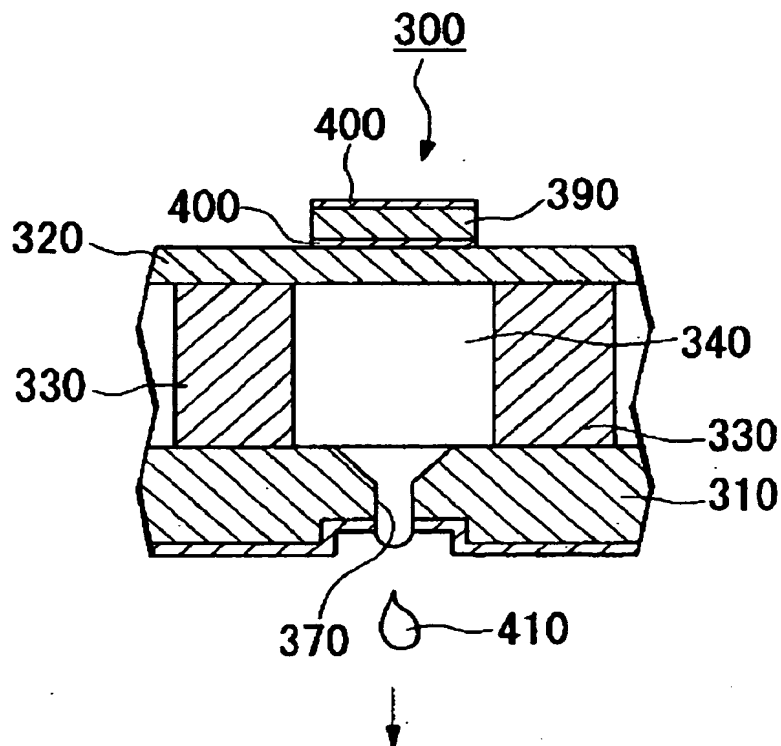
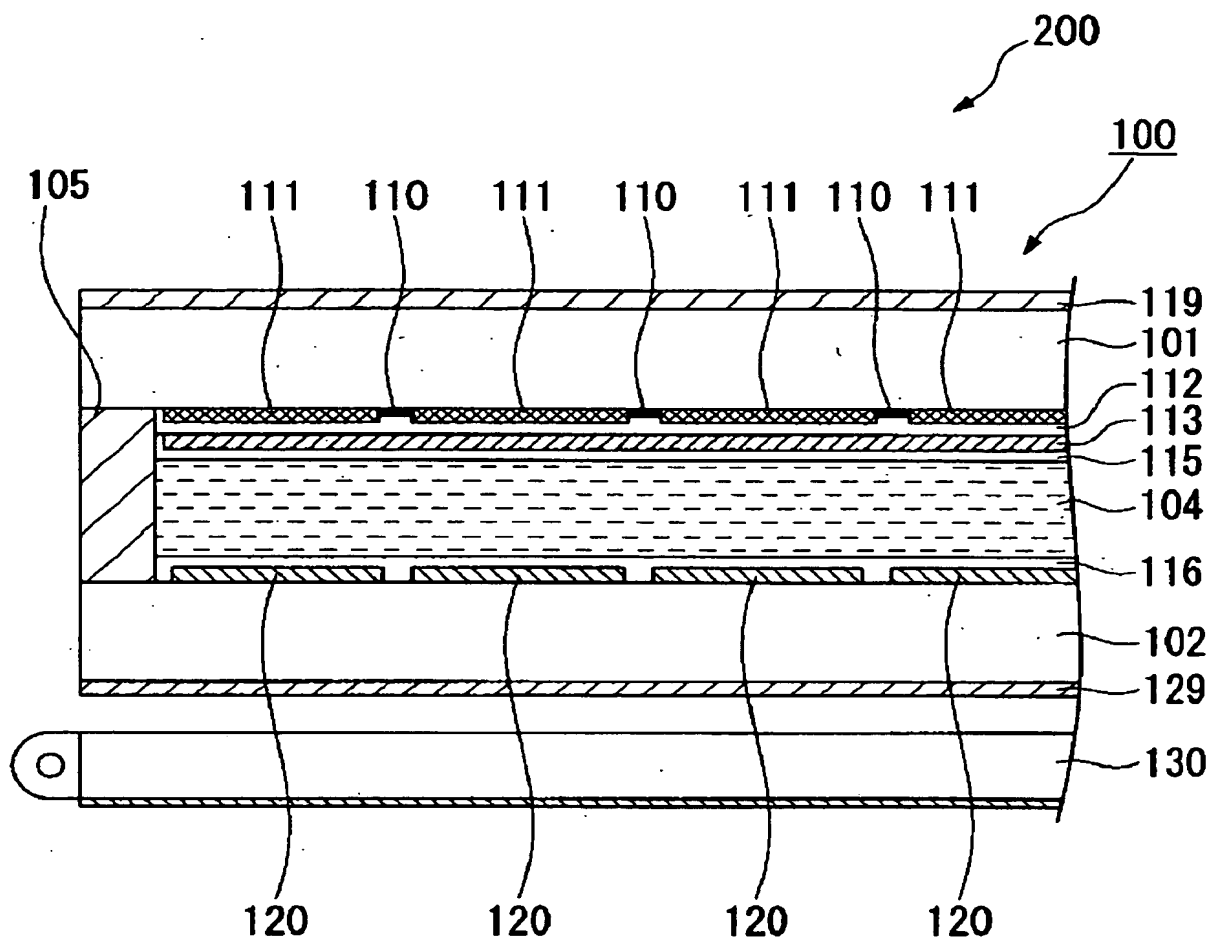


FIG. 2



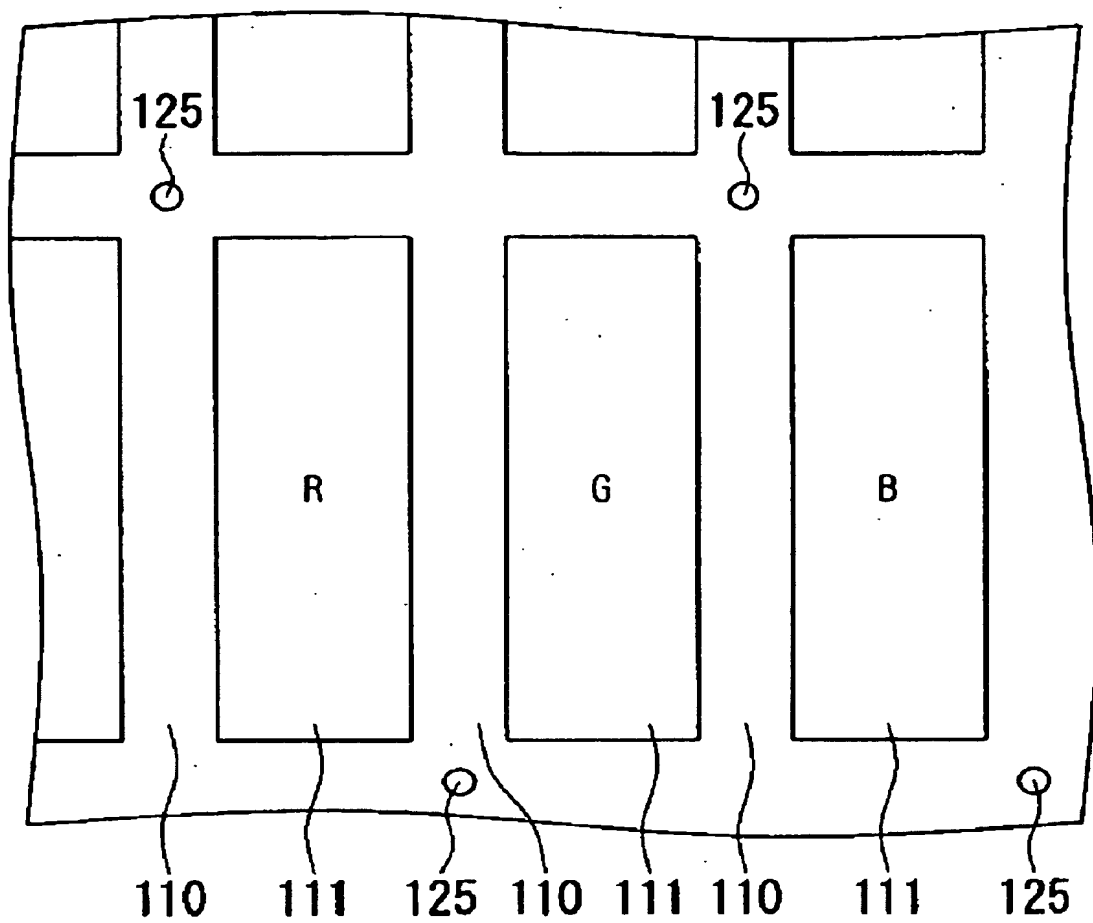
THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

METHOD OF DISPOSING SPACER AND METHOD OF MANUFACTURING ELECTRO-OPTIC DEVICE

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0001] 1. Field of Invention

[0002] The present invention relates to a method of disposing spacers and a method of manufacturing an electro-optic device. More specifically, the invention relates to a technique of disposing spacers in a predetermined location.

[0003] 2. Description of Related Art

[0004] A related art liquid crystal device is configured to have a lower substrate and an upper substrate, the peripheral portions of which are glued together via a seal material with a predetermined space, and a liquid crystal layer is sealed in between the paired substrates. In this liquid crystal device, a large number of sphere-shaped spacers are disposed between the substrates in order to make the spacing between the substrates uniform in a substrate surface. A related art method uses an ink jet unit to dispose such spacers on a substrate. In this case, a solvent for ink jetting is required. Japanese Published Unexamined Patent Application JP-A2002-72218 (hereinafter "JP 218") discloses an exemplary solvent in which a mixture of water and isopropyl alcohol is used, for example.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0005] Commonly, it is an ideal that in the case where spacers are disposed in a predetermined location of a substrate by discharging a mixture of the spacers and a solvent onto a substrate surface using an ink jet unit, a mixture of a solvent and spacers discharged from an ink jet nozzle drops to a substrate in a nearly sphere-shaped state and spreads out over the substrate surface as a single droplet at the time of reaching the substrate. However, when using a solvent as disclosed in JP 218 noted above, especially a water-based solvent, a mixture of spacers and the solvent sometimes cannot be discharged from an ink jet nozzle with stability because of its low viscosity.

[0006] More specifically, the solution discharged from an ink jet nozzle does not necessarily make up one droplet because of its low viscosity, and as such sometimes it is divided into a plurality of droplets to fall to a substrate surface. In some cases, even if the solution from the nozzle reaches a substrate surface in the form of a droplet, it is broken down into a plurality of droplets and scattered when reaching the substrate. In these cases, it is difficult to dispose spacers in a target location, and the variations in spacer-disposed location are produced. This may lead to unevenness of cell thickness in a liquid crystal device and cause display defects.

[0007] After dropping the solution, spacers are to be disposed in a predetermined location by evaporating the solvent thereof. However, also in this case, when the solvent has a low boiling point, the evaporation speed thereof becomes too fast, thereby variations in spacer-disposed location may be ultimately produced. Further, in an extreme case, the solvent boils on a substrate surface, and thus a trouble such that spacers are scattered on the substrate may occur.

[0008] The invention addresses the above and/or other problems, and provides a method of disposing spacers, by

which spacers can be disposed in a predetermined location more accurately. Further, the invention provides a method of manufacturing an electro-optic device using the method of disposing spacers.

[0009] To address or solve the above, the method of disposing spacers of the invention disposes spacers in a predetermined location of a substrate for an electro-optic device using a droplet discharge unit. The method includes: discharging droplets onto the substrate for an electro-optic device with the droplet discharge unit. The droplets are formed from a solvent having a boiling point of 150 to 250° C. and a viscosity of 10 to 40 mPa·s with the spacers suspended therein.

[0010] According to the method of disposing spacers using a droplet discharge unit, the boiling point of a solvent, in which spacers are suspended, is 150 to 250° C., and as such the evaporation rate of the solvent after the dropping of droplets is not too fast and therefore the variations in spacer-disposed location as described above is less likely to occur, and a problem such that the solvent evaporates on a substrate surface while dropping is also less likely to occur. Thus, it becomes possible to dispose spacers in a predetermined location accurately. In addition, because the solvent has a viscosity of 10 to 40 mPa·s, a droplet is dropped in a single spherical form instead of being divided into a plurality of droplets while dropping. Therefore, a problem such that a droplet is scattered into a plurality of droplets when reaching a substrate is less likely to occur. Accordingly, the fixed point arrangement of spacers can be realized with reliability.

[0011] When a solvent having a boiling point below 150° C. is used, the evaporation rate of the solvent becomes too fast and thus variations in spacer-arranged location may be produced. In contrast, using a solvent having a boiling point above 250° C. increases a heating temperature or heating time required to evaporate the solvent unnecessarily. This may cause a problem, such as deformation of a substrate for an electro-optic device, and especially in a substrate with an alignment layer to properly orient an electro-optic material, may produce the disorder of the orientation in the alignment layer. In the case of using a solvent having a boiling point below 180° C., a droplet may not be concentrated at one point in a very rare case, and therefore it is preferable to use a solvent having a boiling point of 180 to 250° C.

[0012] Further, when a solvent having a viscosity below 10 mPa·s is used, a problem such that a droplet thereof is dispersed into a plurality of droplets while dropping, or scattered into a plurality of droplets by collision with a substrate may be produced. In contrast, a solvent having a viscosity above 40 mPa·s is used, it may become difficult to stably discharge droplets from a discharging port of a droplet discharge unit, and may cause a trouble such that droplets are accumulated in a tip portion of the discharging port. When using a solvent having a viscosity below 20 mPa·s may cause, in a very rare case, a droplet thereof to be scattered into a plurality of droplets on a substrate after the droplet has reached the substrate. Also, when a solvent having a viscosity above 35 mPa·s is used, in a very rare case, droplets may not be discharged. Therefore, it is preferable to use a solvent having a viscosity of 20 to 35 mPa·s.

[0013] In the method of disposing spacers of the invention, a substrate for an electro-optic device may be heated to

THIS PAGE BLANK (USPTO)

60 to 150° C. to evaporate the solvent after having fallen the droplets. Since a solvent having a boiling point of 150 to 250° C. is used, setting a heating temperature to 60 to 150° C. can make the evaporation rate to be in a proper speed, thereby reducing, preventing or minimizing the occurrence of variations in spacer-disposed location. Setting a heating temperature below 60° C. can make a heating time too long. Further, setting a heating temperature above 150° C. may produce the disorder of orientation in an alignment layer especially for a substrate with the alignment layer to properly orient an electro-optic material. It is preferable to set a heating temperature of a substrate in the evaporation step to 90 to 140° C.

[0014] In discharging of droplets, the droplets may be dropped only on non-pixel regions of a substrate for an electro-optic device. In the method of disposing spacers of the invention, the use of a droplet discharge unit allows spacers to be disposed at any given locations. Especially in an electro-optic device, it is preferable to dispose spacers in a nonpixel region (black matrix) between pixels. In this case, for example, it is possible to reduce the effect of possible liquid crystal alignment defects around spacers on display.

[0015] In the invention, non-hydrous solvents may be used as a solvent. In the case where a solvent contains water, the viscosity becomes lower, and variations in spacer-arranged location may be produced because such solvent has a boiling point of about 100° C. Concretely, the solvent which can be used in the invention is, for example, one solvent or a mixture of at least two solvents selected from 1-nonanol, 3,5,5-trimethyl-1-hexanol, 1-decanol, 1-dodecanol, 1,2-ethanediol, 2-butene-1,4-diol, 2-methyl-2,4-pentadiol, phenol, 2-pyrrolidone, 2-phenoxyethanol, 2,2'-dihydroxydiethyl ether, and 2-(2-methoxyethoxy) ethanol.

[0016] The method of manufacturing an electro-optic device of the invention manufactures an electro-optic device having a pair of substrates and an electro-optic material held between the substrates. The method includes: disposing spacers on at least one of the pair of substrates according to the method of disposing spacers described above. With this method, spacers can be disposed in a predetermined location in an electro-optic device, and more specifically spacers can be disposed within a surface uniformly. As a result, it becomes possible to reduce, prevent or minimize the occurrence of a problem such that the spacing between substrates becomes uneven within a surface, and thus the display defects associated with such unevenness become less likely to occur.

[0017] The droplet discharge unit which can be used in the invention is a droplet discharge unit having: a vibrator which can be expanded and contracted, for example, in response to input driving waveforms; and a droplet discharging head provided with a discharge portion through which a droplet is discharged by the vibrator. The discharge portion is driven by the driving waveforms while moving the droplet discharging head with respect to a discharge target, thereby causing a droplet to be discharged. More concretely, such droplet discharge unit may be an ink jet unit.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0018] FIG. 1 is a schematic perspective view showing an exemplary embodiment of an ink jet nozzle;

[0019] FIG. 2 is a schematic cross-sectional view of the ink jet nozzle shown in FIG. 1;

[0020] FIG. 3 is a schematic sectional view showing an exemplary embodiment of a liquid crystal display device manufactured by a method in which a method of disposing spacers according to the invention is applied; and

[0021] FIG. 4 is a schematic plan view showing the spacer-disposed locations in the liquid crystal display device shown in FIG. 3.

DETAILED DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

[0022] Exemplary embodiments according to the invention are described below with reference to the drawings.

[0023] In the exemplary embodiments, use of an ink jet unit enables arbitrary setting of a discharge location to which droplets are discharged and the number of times of discharging, thereby a predetermined amount of a spacer-dispersing solution can be discharged to a predetermined location on a substrate for an electro-optic device. After discharging the spacer-dispersing solution to the substrate for an electro-optic device, the solvent of the spacer-dispersing solution is evaporated spontaneously or by heating, thereby disposing the predetermined number of spacers in a predetermined location on the substrate for an electro-optic device.

[0024] FIGS. 1 and 2 are a perspective view and a cross-sectional view of an ink jet nozzle 300 in an ink jet unit used in this exemplary embodiment, respectively. As shown in FIG. 1, the ink jet nozzle 300 has, for example, a nozzle plate 310 made of a stainless steel and a diaphragm 320, both are bonded via a partition member (reservoir plate) 330. Between the nozzle plate 310 and the diaphragm 320, a plurality of spaces 340 and a solution pocket 350 are defined by the partition member 330. The spaces 340 and the solution pocket 350 are filled with the spacer-dispersing solution, and each of the spaces 340 communicates with the solution pocket 350 through the respective supply port 360. The nozzle plate 310 is further provided with a nozzle hole 370 to spray a spacer-dispersing solution from the spaces 340. In contrast, a hole 380 is formed in the diaphragm 320, which is used to supply a spacer-dispersing solution to the solution pocket 350.

[0025] Further, as shown in FIG. 2, a piezoelectric element 390 is bonded on a surface of the diaphragm 320, opposite from a diaphragm surface facing the space 340. The piezoelectric element 390 is located between a pair of electrodes 400. When energized, the piezoelectric element 390 is flexed so as to protrude outwardly, while the diaphragm 320 bonded to the piezoelectric element 390 is also flexed outwardly together. This increases the volume of the space 340. Therefore, an amount of the spacer-dispersing solution corresponding to an increase in the volume flows into the space 340 through the supply port 360 from the solution pocket 350. Then, by stopping energizing the piezoelectric element 390, the piezoelectric element 390 and the diaphragm 320 are both restored to their initial shapes. This causes the space 340 to be restored to its initial volume, thereby the pressure of the spacer-dispersing solution inside the space 340 is increased. As a result, a droplet 410 of the spacer-dispersing solution is discharged from the nozzle hole 370 toward a substrate for an electro-optic device.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0026] With an ink jet unit having such ink jet nozzle 300, dropping locations of the spacer-dispersing solution can be controlled. In this exemplary embodiment, the spacer-dispersing solution is dropped only on non-pixel regions of the substrate for an electro-optic device. After the spacer-dispersing solution is dropped on a substrate for an electro-optic device, the substrate is heated to evaporate the solvent. As a result, it becomes possible to dispose the spacers in a predetermined location on the substrate.

[0027] In this exemplary embodiment, the solvent of the spacer-dispersing solution is a solvent having a boiling point of 150 to 250° C. and a viscosity of 10 to 40 mPa·s. More specifically, a non-hydrous solvent, such as 1-dodecanol, 1,2-ethanediol, 2-butene-1,4-diol, 2-methyl-2,4-pentadiol, phenol, 2-pyrrolidone, 2-phenoxyethanol, 2,2'-dihydroxydiethyl ether, and 2-(2-methoxyethoxy) ethanol, or a mixture of any of those solvents may be used.

[0028] The solvents are less prone to evaporate at room temperatures. However, for example, heating the solvents approximately to 60 to 150° C. allows the evaporation of the solvents at proper evaporation rates without overheating substrates. In addition, because the solvents have relatively high viscosities, a droplet 410 discharged from the nozzle hole 370 is to be dropped in a single spherical form instead of being dispersed into a plurality of droplets while dropping. Further, the droplet 410 is hardly scattered into a plurality of droplets when impinging on the substrate. Therefore, it becomes possible to drop a droplet in a predetermined location with reliability.

[0029] A method of disposing spacers using an ink jet unit as described above can be applied as a spacer-disposing method for various electro-optic devices. Therefore, the method has been also applied in disposing spacers for a liquid crystal display device in this embodiment. The configuration of a liquid crystal display device, to which a method of disposing spacers according to the invention is applied, is described below.

[0030] FIG. 3 is a schematic sectional view showing an exemplary embodiment of a liquid crystal display device manufactured by a method to which the above method of disposing spacers is applied. FIG. 4 is a schematic plan view showing locations where spacers are disposed. In this exemplary embodiment, individual layers and members are drawn on scales varying from layer to layer and member to member to make the individual layers and members recognizable dimensions on the drawings.

[0031] The liquid crystal display device 200 is configured to have: a liquid crystal panel 100 having an upper substrate 101 and a lower substrate 102, which are opposed to each other; a liquid crystal layer 104 held via spacers 125 (see FIG. 4) between the substrates, and a seal material 105 to seal the liquid crystal layer 104; and a backlight (lighting device) 130 disposed on the rear side of the liquid crystal panel 100 (lower side in the drawing). On the inner surface side of the upper substrate 101 (the side of the liquid crystal layer 104) of the liquid crystal panel 100, there are formed a color filter layer 111, a light-blocking layer 110 formed between each color portion of the color filter layer 111, a planarization layer 112 covering the color filter layer 111 and the light-blocking layer 110, a common electrode 113, and

an alignment layer 115. On the outer surface side of the upper substrate 101 (the side of the upper surface in the drawing), there is formed a polarizing layer 119.

[0032] In contrast, on the inner surface side of the lower substrate 102 (the side of the liquid crystal layer 104) of the liquid crystal panel 100, there are provided pixel electrodes 120 arrayed in the form of a matrix within a substrate surface, and an alignment layer 116 formed on the upper layer of the pixel electrodes 120. Further, on the outer surface side of the lower substrate 102, a polarizing layer 129 is provided.

[0033] In the liquid crystal display device 200, spacers 125 are provided between the upper substrate 101 and lower substrate 102 as described above. However, the spacers 125 are positioned corresponding to the regions where the light-blocking layer 110 has been formed between the color portions of the color filter layer 111, as shown in FIG. 4. In other words, the spacers 125 are disposed only in boundary regions of each pixel electrodes 120, namely non-pixel regions. Accordingly, the spacers 125 hardly causes a failure in display (e.g. a leak of light around a spacer). Incidentally, the liquid crystal display device 200 is manufactured by: forming electrodes, an alignment layer, etc. in advance with respect to one of a pair of substrates; dropping a spacer-dispersing solution on the substrate with the above ink jet unit and evaporate the solvent; and then sealing a space holding the liquid crystal between the substrates.

EXEMPLARY EMBODIMENTS

[0034] Exemplary embodiments of the invention are described below.

[0035] [Exemplary Embodiment 1]

[0036] The spacers have been disposed using the ink jet unit provided with an ink jet nozzle 300 shown in FIGS. 1 and 2.

[0037] In this exemplary embodiment, an examination was made for the conditions of discharge from the nozzle 300, the forms of droplets after they had reached the substrate, etc., when spacers dispersed in the solvents listed in Table 1 were discharged. In this examination, the diameter of the nozzle was 20 μm , the amount of a droplet discharged in one discharge operation was about 20 pico liters, and the distance between the nozzle 300 and a substrate (lower substrate 102) was 800 μm . As for the polypropylene glycol, samples having different mean molecular weights were used to examine the relation between the viscosity and the discharge condition, but we did not make any examination for the spacers' arrangement conditions. In addition, the substrates were heated for three minutes at 150° C. after the discharge, and then examined for the spacers' arrangement conditions after the evaporation of the solvents. The substrates used in this exemplary embodiment were ones in accordance with the lower substrate 102 shown in FIG. 3, and they had electrodes and an alignment layer (with a layer thickness of 500 Å) formed thereon. The spacers used here were sphere-shaped resin spacers with a diameter of 3.75 μm .

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TABLE 1

SOLVENT	VISCOSITY (mPa · s)	BOILING POINT (° C.)	DISCHARGED DROPLET CONDITION	SPACERS' ARRANGEMENT CONDITION
1-butanol	2.95	117.7	x	x
2-methyl-1-pentanol	6.6	148	x	x
2-heptanol	6.53	160.4	x	Δ
3-heptanol	7.1	156.2	x	Δ
1-octanol	8.93	195	x	o
3,5,5-trimethyl-1-hexanol	11.06	194	Δ	o
1-dodecanol	18.84	259	Δ	x
1,2-propanediol	56	187.3	o	o
2-butene-1,4-diol	21.8	235	o	o
Phenol	11.04	181.75	Δ	o
2-pyrrolidone	13.3	245	Δ	o
2-phenoxyethanol	30.5	244.7	o	o
2,2'-dihydroxydiethyl ether	30	244.8	o	o
2-(2-methoxyethoxy) ethanol	34.8	194.1	o	o
polypropylene glycol (molecular weight: 400)	35.2	—	o	—
polypropylene glycol (molecular weight: 550)	45	—	Δ	—
polypropylene glycol (molecular weight: 750)	54.2	—	x	—

[0038] In Table 1, in the column of DISCHARGED DROPLET CONDITION, a cross (x) indicates that the droplet was scattered after having reached the substrate or the droplet was not discharged enough; a triangle (Δ) indicates that the droplet was scattered after having reached the substrate in a very rare case; a circle (o) indicates that stable discharge was done without scattering of the droplet after the droplet had impinged on the substrate. In contrast, in the column of SPACERS' ARRANGEMENT CONDITION, a cross (x) indicates that spacers were not able to be concentrated at a target location; a triangle (Δ) indicates that spacers were not concentrated at a target location in a very rare case; a circle (o) indicates that spacers were able to be concentrated at one target point.

[0039] As shown in Table 1, in the cases where 1-butanol, 2-methyl-1-pentanol, 2-heptanol, 3-heptanol, and 1-octanol, each having a viscosity less than 10 mPa·s were used as solvents, the droplet was scattered after having reached the substrate, while spacers were also scattered on the substrate. Consequently, the spacers could not be sprayed on a predetermined location. Furthermore, in the cases where 1-butanol, 2-methyl-1-pentanol, and 2-heptanol, each having an especially low viscosity, were used, the droplet was dispersed while dropping and thus was not able to be dropped on a predetermined location in some instances. Even when a solvent having a viscosity not lower than 10 but below 20 mPa·s was used, the droplet was scattered after having reached the substrate in a very rare case.

[0040] In the cases where 1,2-propanediol and polypropylene glycol (mean molecular weight: 550 and 750), each having a viscosity above 40 mPa·s were used as solvents, the droplet could not be discharged from the nozzle with stability and accumulated in a tip portion of the nozzle in some instances. Even when a solvent having a viscosity not higher than 40 but above 35 mPa·s was used, the droplet was prevented from being discharged with stability in a very rare case.

[0041] In contrast, in the case where 2-methyl-1-pentanol having a boiling point below 150° C. was used as a solvent,

the evaporation rate of the solvent was too fast and thus all the spacers could not be concentrated at a predetermined location. The cause of this is probably as follows. Heating the substrate causes the solvent to evaporate gradually, concentrate at a point, and finally disappear through evaporation. However, if a plurality of spacers exists in a droplet, the spacers included in the droplet are increasingly concentrated as the droplet on the substrate surface becomes smaller. However, in this exemplary embodiment, the spacers could not be concentrated at one point because the evaporation rate of the solvent was too fast. Even when a solvent having a boiling point not lower than 150 but below 180° C. was used, spacers were not concentrated at one point in a very rare case.

[0042] Further, in the case of 1-dodecanol having a boiling point above 250° C., the evaporation rate became too slow, so that the solvent could not be evaporated sufficiently under the heating conditions of the exemplary embodiment. The solvent could be evaporated by extra heating. However, the heating effect on the substrate, especially the deterioration in the alignment property of an alignment layer was caused in some instances.

[0043] The results stated above have shown that in the case where an ink jet unit is used in disposing of spacers, using a solvent with a viscosity of 10 to 40 mPa·s and a boiling point of 150 to 250° C. as a solvent for the ink jet allows stable discharge of droplets and fixed point arrangement of spacers without causing damage to a substrate including an alignment layer. Also, it has been shown that, more preferably, using a solvent with a viscosity of 20 to 35 mPa·s and a boiling point of 180 to 250° C. can make the discharged droplet condition more stable and further enhance the reliability of spacer arrangement.

[0044] [Exemplary Embodiment 2]

[0045] Spacers have been disposed using the ink jet unit provided with an ink jet nozzle 300 shown in FIGS. 1 and 2.

[0046] In this exemplary embodiment, an examination was made for the conditions of discharge from the nozzle

THIS PAGE BLANK (USPTO)

300, the forms of droplets after they had reached the substrate, etc., when spacers dispersed in the solvents listed in Table 1 were discharged. In this examination, the diameter of the nozzle was 20 μm , the amount of a droplet discharged in one discharge operation was about 20 pico liters, and the distance between the nozzle 300 and a substrate (lower substrate 102) was 800 μm . As for the polypropylene glycol, samples having different mean molecular weights were used to examine the relation between the viscosity and the discharge condition, but an examination for the spacers' arrangement conditions was not made. In addition, the substrates were dried for three minutes at 60° C. after the discharge, and then examined for the spacers' arrangement conditions after the evaporation of the solvents. The substrates used in this exemplary embodiment were ones in accordance with the lower substrate 102 shown in FIG. 3, and they had electrodes and an alignment layer (with a layer thickness of 500 Å) formed thereon. The spacers used here were sphere-shaped resin spacers with a diameter of 6.0 μm .

droplet could not be discharged from the nozzle with stability and accumulated in a tip portion of the nozzle in some instances. Even when a solvent having a viscosity not higher than 40 but above 35 mPa·s was used, the droplet was prevented from being discharged with stability in a very rare case.

[0050] In contrast, even in the case where 2-methyl-1-pentanol having a boiling point below 150° C. was used as a solvent, a plurality of spacers could be concentrated at one point because the heating temperature was as low as 60° C. However, in this case, the scattering of droplets, etc. were caused because of its low viscosity and thus spacers could not be arranged in a predetermined location in some instances. In the case where 1-butanol having a boiling point of 118° C. was used, spacers could not be concentrated at a point in spite of a low heating temperature of 60° C. because the evaporation rate was too fast. Also, even in the case

TABLE 2

SOLVENT	VISCOSITY (mPa · s)	BOILING POINT (° C.)	DISCHARGED DROPLET CONDITION	SPACERS' ARRANGEMENT CONDITION
1-butanol	2.95	117.7	X	X
2-methyl-1-pentanol	6.6	148	X	X
2-heptanol	6.53	160.4	X	Δ
3-heptanol	7.1	156.2	X	Δ
1-octanol	8.93	195	x	○
3,5,5-trimethyl-1-hexanol	11.06	194	Δ	○
1-dodecanol	18.84	259	Δ	X
1,2-propanediol	56	187.3	○	○
2-butene-1,4-diol	21.8	235	○	○
Phenol	11.04	181.75	Δ	○
2-pyrrolidone	13.3	245	Δ	○
2-phenoxyethanol	30.5	244.7	○	○
2,2'-dihydroxydiethyl ether	30	244.8	○	○
2-(2-methoxyethoxy) ethanol	34.8	194.1	○	○
Polypropylene glycol (molecular weight: 400)	35.2	—	○	—
Polypropylene glycol (molecular weight: 550)	45	—	Δ	—
Polypropylene glycol (molecular weight: 750)	54.2	—	x	—

[0047] In Table 2, the results (x, Δ, ○) concerning the discharged droplet condition and the spacers' arrangement condition represent the same contents as those in Table 1.

[0048] As shown in Table 2, in the cases where 1-butanol, 2-methyl-1-pentanol, 2-heptanol, 3-heptanol, and 1-octanol, each having a viscosity less than 10 mPa·s were used as solvents, the droplet was scattered after having reached the substrate, while spacers were also scattered on the substrate. Consequently, the spacers could not be sprayed on a predetermined location. Furthermore, in the case where 1-butanol, 2-methyl-1-pentanol, and 2-heptanol, each having an especially low viscosity were used, the droplet was dispersed while dropping and thus was not able to be dropped on a predetermined location in some instances. Even when a solvent having a viscosity not lower than 10 but below 20 mPa·s was used, the droplet was scattered after having reached the substrate in a very rare case.

[0049] In the cases where 1,2-propanediol and polypropylene glycol (mean molecular weight: 550 and 750), each having a viscosity above 40 mPa·s were used as solvents, the

where the solvent had a boiling point not lower than 150 but below 180° C., spacers were not concentrated at one point in a very rare case.

[0051] Further, in the case of 1-dodecanol having a boiling point above 250° C., the evaporation rate became too slow, so that the solvent could not be evaporated sufficiently under the heating conditions of the exemplary embodiment. The solvent could be evaporated by extra heating. However, the heating effect on the substrate, especially the deterioration in the alignment property of an alignment layer was caused in some instances.

[0052] The results stated above have shown that in the case where an ink jet unit is used in the step of disposing spacers, using a solvent with a viscosity of 10 to 40 mPa·s and a boiling point of 150 to 250° C. as a solvent for the ink jet allows stable discharge of droplets and fixed point arrangement of spacers without causing damage to a substrate including an alignment layer. Also, it has been shown that, more preferably, using a solvent with a viscosity of 20 to 35 mPa·s and a boiling point of 180 to 250° C. can make

THIS PAGE BLANK (USPTO)

the discharged droplet condition more stable and further enhance the reliability of spacer arrangement.

[0053] [Exemplary Embodiment 3]

[0054] Spacers have been disposed using the ink jet unit provided with an ink jet nozzle 300 shown in FIGS. 1 and 2.

[0055] In this exemplary embodiment, an examination was made for the conditions of discharge from the nozzle 300, the forms of droplets after they had reached the substrate, etc., when spacers dispersed in the solvents listed in Table 1 were discharged. In this examination, the diameter of the nozzle was 12 μm , the amount of a droplet discharged in one discharge operation was about 4 pico liters, and the distance between the nozzle 300 and a substrate (lower substrate 102) was 800 μm . In addition, the substrates were dried for three minutes at 150° C. after the discharge, and then examined for the spacers' arrangement conditions after the evaporation of the solvents. As for the polypropylene glycol, samples having different mean molecular weights were used to examine the relation between the viscosity and the discharge condition, but an examination for the spacers' arrangement conditions was not made. The substrates used in this exemplary embodiment were ones in accordance with the lower substrate 102 shown in FIG. 3, and they had electrodes and an alignment layer (with a layer thickness of 500 Å) formed thereon. The spacers used here were sphere-shaped resin spacers with a diameter of 3.75 μm .

especially low viscosity were used, the droplet was dispersed while dropping and thus could not be dropped in a predetermined location in some instances. Even when a solvent having a viscosity not lower than 10 but below 20 mPa·s was used, the droplet was scattered after having reached the substrate in a very rare case.

[0058] In the cases where 1,2-propanediol and polypropylene glycol (mean molecular weight: 550 and 750), each having a viscosity above 40 mPa·s were used as solvents, the droplet could not be discharged from the nozzle with stability and accumulated in a tip portion of the nozzle in some instances. Even when a solvent having a viscosity not higher than 40 but above 35 mPa·s was used, the droplet was inhibited from being discharged with stability in a very rare case.

[0059] In contrast, in the case where 2-methyl-1-pentanol having a boiling point below 150° C. was used as a solvent, the evaporation rate of the solvent was too fast and thus all the spacers could not be concentrated at a predetermined location. Further, in the case of 1-dodecanol having a boiling point above 250° C., the evaporation rate became too slow, so that the solvent could not be evaporated sufficiently under the heating conditions of the exemplary embodiment. The solvent could be evaporated by extra heating. However, the heating effect on the substrate, especially the deterioration in the alignment property of an alignment layer was caused in some instances. Even when a solvent having a boiling point

TABLE 3

SOLVENT	VISCOSITY (mPa · s)	BOILING POINT (° C.)	DISCHARGED DROPLET CONDITION	SPACERS' ARRANGEMENT CONDITION
1-butanol	2.95	117.7	x	x
2-methyl-1-pentanol	6.6	148	x	x
2-heptanol	6.53	160.4	x	Δ
3-heptanol	7.1	156.2	x	Δ
1-octanol	8.93	195	Δ	o
3,5,5-trimethyl-1-hexanol	11.06	194	Δ	o
1-dodecanol	18.84	259	Δ	x
1,2-propanediol	56	187.3	o	o
2-butene-1,4-diol	21.8	235	o	o
Phenol	11.04	181.75	Δ	o
2-pyrrolidone	13.3	245	Δ	o
2-phenoxyethanol	30.5	244.7	o	o
2,2'-dihydroxydiethyl ether	30	244.8	o	o
2-(2-methoxyethoxy) ethanol	34.8	194.1	o	o
Polypropylene glycol (molecular weight: 400)	35.2	—	o	—
Polypropylene glycol (molecular weight: 550)	45	—	Δ	—
Polypropylene glycol (molecular weight: 750)	54.2	—	x	—

[0056] In Table 3, the results (x, Δ , o) concerning the discharged droplet condition and the spacers' arrangement condition represent the same contents as those in Table 1.

[0057] As shown in Table 3, in the cases where 1-butanol, 2-methyl-1-pentanol, 2-heptanol, 3-heptanol, and 1-octanol, each having a viscosity less than 10 mPa·s were used as solvents, the droplet was scattered after having reached the substrate, while spacers were also scattered on the substrate. Consequently, the spacers could not be sprayed on a predetermined location. Furthermore, in the cases where 1-butanol, 2-methyl-1-pentanol, and 2-heptanol, each having an

not lower than 150 but below 180° C. was used, spacers were not concentrated at one point in a very rare case.

[0060] The results stated above have shown that in the case where an ink jet unit is used in the step of disposing spacers, it is preferable to use a solvent with a viscosity of 10 to 40 mPa·s and a boiling point of 150 to 250° C. as a solvent for the ink jet regardless of the diameter of the nozzle and the discharge amount, which allows stable discharge of droplets and fixed point arrangement of spacers without causing damage to a substrate including an alignment layer. Also, it has been shown that, more preferably,

THIS PAGE BLANK (USPTO)

using a solvent with a viscosity of 20 to 35 mPa·s and a boiling point of 180 to 250° C. can make the discharged droplet condition more stable and further enhance the reliability of spacer arrangement. The distance between the nozzle and a substrate does not have to be set to 800 μ m, it may range from 500 μ m to 2 mm. In addition, the diameter of spacers to be used is not particularly limited, but it is preferably about one-fourth to one-third of the diameter of the nozzle.

[0061] [Exemplary Embodiment 4]

[0062] Under the same conditions as those in Exemplary Embodiment 1, spacer-dispersing solutions containing 2,2'-dihydroxydiethyl ether (with a viscosity of 30.0 mPa·s and a boiling point of 245° C.) or 3,5,5-trimethyl-1-hexanol (with a viscosity of 11.1 mPa·s and a boiling point of 194° C.) as a solvent as shown in Table 4 were dropped onto substrates by the ink jet unit having an ink jet nozzle 300. After that, the substrates were heated for three minutes at heating temperatures shown in Table 4, followed by analyzing the substrates for the arrangement condition of spacers and the alignment condition of the alignment layers on the substrates.

TABLE 4

SOLVENT	HEATING TEMPERATURE	50° C.	60° C.	150° C.	160° C.
2,2'-dihydroxydiethyl ether (VISCOSITY: 30.0 mPa·s; BOILING POINT: 245° C.)	ARRANGEMENT CONDITION	O	O	O	O
	ALIGNMENT CONDITION	O	O	O	x
3,5,5-trimethyl-1-hexanol (VISCOSITY: 11.1 mPa·s; BOILING POINT: 194° C.)	ARRANGEMENT CONDITION	x	O	O	O
	ALIGNMENT CONDITION	O	O	O	x

[0063] In the case where the heating temperatures of substrates were set to 60 and 150° C., spacers could be disposed in a predetermined location and no alignment defect were produced in alignment layers on the substrates. In contrast, in the case where the heating temperature of substrates was set to 50° C., the evaporation rate of the solvents were too slow. Under this condition, when 3,5,5-trimethyl-1-hexanol with a viscosity of 11.1 mPa·s was used, heating substrates to 50° C. made the viscosity further lower. As a result, a droplet, which had reached the substrate, spread out over the substrates faster than the solvent evaporated to come into contact with adjacent dropped droplets and caused the displacement of spacer-arranged locations in some instances. In addition, when the heating temperature of substrates was set to 160° C., the disorder of orientation was produced in the alignment layers in some instances. Therefore, it has been shown that the heating temperature of substrates after the dropping of a spacer-dispersing solution is preferably in the range of 60 to 150° C.

Advantage of the Invention

[0064] As described above, a method of disposing spacers on a substrate for an electro-optic device according to the invention uses solvents with a boiling point of 150 to 250°

C. and a viscosity of 10 to 40 mPa·s to disperse spacers using a droplet discharge unit, which makes it possible to dispose spacers in a predetermined location accurately.

What is claimed is:

1. A method of disposing spacers in a predetermined location of a substrate for an electro-optic device using a droplet discharge unit, comprising:

discharging droplets onto the substrate for an electro-optic device using the droplet discharge unit, the droplets being formed from a solvent having a boiling point of 150 to 250° C. and a viscosity of 10 to 40 mPa·s with the spacers suspended therein.

2. A method of disposing spacers in a predetermined location of a substrate for an electro-optic device using a droplet discharge unit, comprising:

discharging droplets onto the substrate for an electro-optic device using the droplet discharge unit, the droplets being formed from a solvent having a boiling point of 180 to 250° C. and a viscosity of 20 to 35 mPa·s with the spacers suspended therein.

3. The method of disposing spacers as set forth in claim 1, further comprising:

heating the substrate for an electro-optic device to 60 to 150° C. to evaporate said solvent, after having dropped the droplets.

4. The method of disposing spacers as set forth in claim 1, the discharging droplets including dropping the droplets only on non-pixel regions of the substrate for an electro-optic device.

5. The method of disposing spacers as set forth in claim 1, a non-hydrous solvent being used as said solvent.

6. The method of disposing spacers as set forth in claim 1, the solvent being one solvent or a mixture of at least two solvents selected from 1-nonanol, 3,5,5-trimethyl-1-hexanol, 1-decanol, 1-dodecanol, 1,2-ethanediol, 2-butene-1,4-diol, 2-methyl-2,4-pentadiol, phenol, 2-pyrrolidone, 2-phenoxyethanol, 2,2'-dihydroxydiethyl ether, and 2-(2-methoxyethoxy) ethanol.

7. A method of manufacturing an electro-optic device having a pair of substrates and an electro-optic material held between the substrates, comprising:

disposing spacers on at least one of the substrates according to the method as set forth in claim 1.

* * * * *

THIS PAGE BLANK (USPTO)